

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-131000

(43)Date of publication of application : 13.05.1994

(51)Int.Cl.

G10L 9/14  
G10L 9/18

(21)Application number : 04-319195

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.10.1992

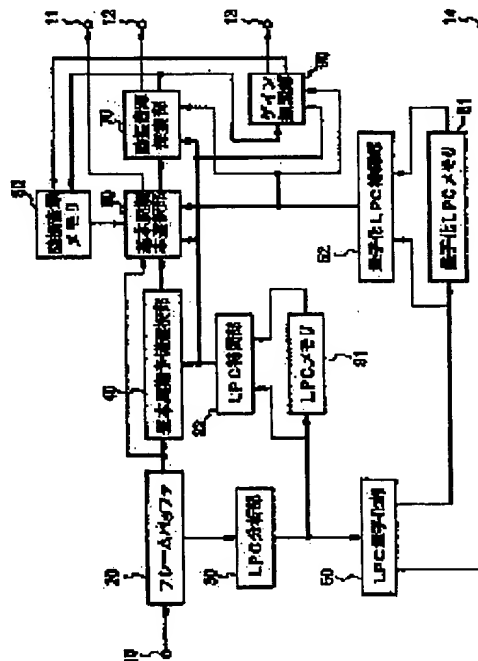
(72)Inventor : ONO SHIGERU

## (54) FUNDAMENTAL PERIOD ENCODING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To attain a low bit rate and to attain high performance in the case of differentially encoding a fundamental period parameter.

**CONSTITUTION:** This device is provided with a fundamental period preliminary selection part 40 for outputting the pair of candidate fundamental period corresponding to the respective sub frames of a relevant frame based on an input voice signal, and fundamental period main selection part 60 for deciding a fundamental period by using the input voice signal of the relevant sub frame, the spectrum envelop parameter of the relevant sub frame and parameter representing exciting sound source decided in the past from among adjacent fundamental period parameters in a range previously decided for the fundamental period parameter corresponding to the relevant sub frame in the pair of candidate fundamental period outputted from the fundamental period preliminary selection part 40.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.10.1992

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2800599

[Date of registration] 10.07.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-131000

(43)公開日 平成6年(1994)5月13日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 0 L 9/14

G 8946-5H

J 8946-5H

9/18

E 8946-5H

審査請求 有 請求項の数9(全 28 頁)

(21)出願番号

特願平4-319195

(22)出願日

平成4年(1992)10月15日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 小野 茂

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

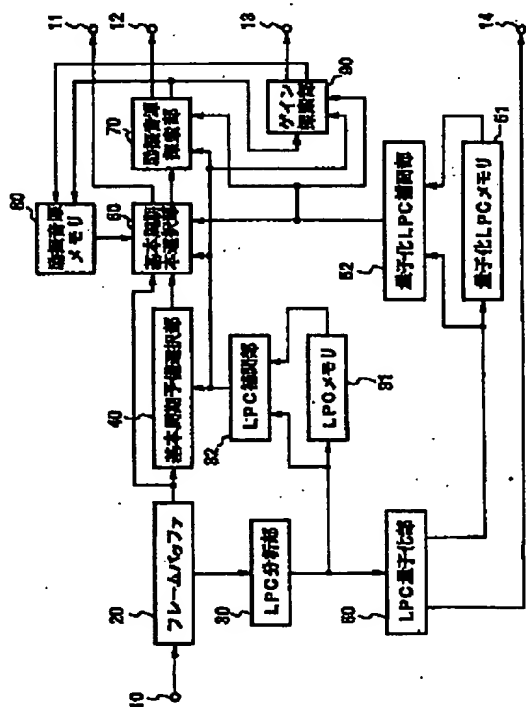
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 基本周期符号化装置

(57)【要約】

【目的】 基本周期パラメータの差分符号化における低ビットレート化、高性能化を図る。

【構成】 入力音声信号をもとに当該フレームの各サブフレームに対応する候補基本周期の組を出力する基本周期予備選択部40と、基本周期予備選択部40から出力される候補基本周期の組の当該サブフレームに対応する基本周期パラメータに対する予め定められた範囲にある近傍基本周期パラメータから当該サブフレームの入力音声信号と当該サブフレームのスペクトル包絡パラメータと過去に定めた励振御現を表すパラメータを用いて基本周期を決定する基本周期本選択部60を備える。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 離散音声信号をスペクトル包絡を表すパラメータと基本周期を表すパラメータと励振音源を表すパラメータと振幅制御を行なうパラメータとで表現する音声符号化方式で、一定間隔のフレームに分割された離散音声信号を入力し、前記フレームを複数区間に分割したサブフレーム毎に基本周期パラメータを符号化する際に、前記サブフレームの基本周期パラメータの幾つかを過去に定まるサブフレームの基本周期パラメータとの差分で符号化する基本周期符号化装置において、前記入力音声信号をもとに当該フレームの各サブフレームに対応する候補基本周期の組を出力する基本周期予備選択部と、前記基本周期予備選択部から出力される候補基本周期の組の当該サブフレームに対応する基本周期パラメータに対する予め定められた範囲にある近傍基本周期パラメータから当該サブフレームの入力音声信号と当該サブフレームのスペクトル包絡パラメータと過去に定めた励振音源を表すパラメータとを用いて基本周期を決定する基本周期本選択部とを有し、前記基本周期予備選択部が、前記基本周期予備選択部でフレーム全体に渡るサブフレームの候補基本周期を求める過程で、前記入力音声信号を用いて各サブフレーム毎に複数の基本周期パラメータ候補と前記候補に付随する予測ゲインとを定め、前記定めた基本周期パラメータ候補のそれぞれを基本として隣接するサブフレーム間の基本パラメータの差が予め定められた範囲内にある基本周期パラメータ組を構成し、前記構成されたフレーム全体に渡る基本周期パラメータの組からそれらに付随する予測ゲインをもとに候補基本周期を抽出することを特徴とする基本周期符号化装置。

【請求項2】 前記基本周期予備選択部が、前記基本周期予備選択部でフレーム全体に渡るサブフレームの候補基本周期パラメータを求める過程で、前記入力音声信号を用いて最大予測ゲインを与えるサブフレームを定め、前記定まったサブフレームにおいて前記入力音声信号をもとに基本周期パラメータ候補と前記候補に付随する予測ゲインとを定め、前記定めた基本周期パラメータ候補のそれぞれを基本として隣接するサブフレーム間の基本パラメータの差が予め定められた範囲内にある基本周期パラメータ組を構成し、前記構成されたフレーム全体に渡る基本周期パラメータの組からそれらに付随する予測ゲインをもとに候補基本周期を抽出することを特徴とする請求項1記載の基本周期符号化装置。

【請求項3】 前記基本周期本選択部が、過去のサブフレームで定まった基本周期から予め定められた範囲内にある近傍基本周期パラメータの組みを構成し、前記構成された近傍基本周期パラメータから当該サブフレームの入力信号と当該サブフレームのスペクトル包絡パラメータと過去に定めた励振音源を表すパラメータとを用いて基本周期を決定することを特徴とする請求項1記載の基

本周期符号化装置。

【請求項4】 前記基本周期予備選択部が候補基本周期を複数出力することを特徴とする基本周期符号化装置。

【請求項5】 差分符号化される基本周期に割り当てられるビット数がサブフレーム毎に異なることを特徴とする請求項1記載の基本周期符号化装置。

【請求項6】 前記入力音声信号から計算される各サブフレーム毎の予測ゲインをもとに当該フレーム或いは当該サブフレームを予め定められたクラスに分割するモード識別部を備え、前記モード識別部から出力されるクラス情報をもとに、差分符号化される基本周期に割り当てられるビット数をサブフレーム毎に異なるようにすることを特徴とする請求項1記載の基本周期符号化装置。

【請求項7】 前記基本周期予備選択部が、隣接するサブフレーム間の基本パラメータの差が予め定められた範囲内にあるように構成された複数ラグの組から候補基本周期を抽出する際に、各ラグに付随する予測ゲインを用いて前記基本パラメータの組みをより少ない数の組みに絞り込み、前記絞り込まれた基本パラメータの組みの中から最も高い基本周期を抽出することを特徴とする請求項1記載の基本周期符号化装置。

【請求項8】 前記基本周期予備選択部が、前記基本周期予備選択部でサブフレームの候補基本周期を構成する過程で、前フレームと当該フレームと更に次フレームの入力音声信号とで定まる予測ゲインをもとに、前フレームのサブフレームの一部と当該フレームのサブフレームと更に次フレームのサブフレームの一部という複数フレーム渡って、隣接するサブフレーム間の基本パラメータの差が予め定められた範囲内にある基本周期パラメータ組を構成し、前記複数フレームに渡って構成された基本周期パラメータの組から、それらに付随する予測ゲインをもとに候補基本周期を抽出することを特徴とする請求項1記載の基本周期符号化装置。

【請求項9】 前記基本周期予備選択部が、隣接するサブフレームの基本パラメータ候補から予め定められた範囲内にある基本周期パラメータのフレーム全体に渡る組を複数構成し、前記構成された基本周期パラメータの組から候補基本周期を定める際に、前記構成された基本パラメータの組みの各要素のなかで予め決め閾値を越える予測ゲインを与える基本周期パラメータを用いて基本周期を抽出することを特徴とする請求項1記載の基本周期符号化装置。

**【発明の詳細な説明】**

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、音声信号の低ビットレート符号化に関し、特に音声の基本周期パラメータの符号化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 音声信号を効率的に符号化する方式として線形予測符号化方式とベクトル量子化を組み合わせた

CELP (Code-Excited Linear Prediction) 符号化方式がある。本方式は、信号のスペクトル包絡を表す線形予測部と音声の基本周期を表すコードブック部と励振信号を表す音源コードブック部と振幅制御を行なうゲインコードブック部とからなる。CELPにおいては、線形予測部は一定間隔で区切られたフレーム単位で求められ、他の構成要素はフレームを更に分割したサブフレーム毎に決定されるのが普通である。

【0003】サブフレーム毎に適応コードブック部で定まる基本周期を低ビットレートで符号化する方法としては、M. YongとA. Gershoによる文献

(1): "Efficient encoding of the long-term predictor in vector excitation codes," と、Campbellらによる文献

(2): "An Expandable Error-Protected 4800 bps CELP Coder (U. S. Federal Standard 48000 bps Voice Coder)" がある。前者は、サブフレーム毎の基本周期をフレーム全体に渡る平均周期とその変動分として符号化するもので、音質劣化を抑えて低ビットレート化が可能とされている。一方後者は、奇数サブフレームで求める基本周期は偶数サブフレームからの差分で符号化する方法であり、基本周期探索に要する演算量を低減する効果も併せ持つ。一方、適応コードブック部で定まる基本周期ではなく、入力音声信号の情報のみから基本周期を抽出する方式においては、基本周期を差分符号化する構成が、例えば文献(3): 特開平2-216200" 音声符号化装置および音声符号化装置" などで提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】まず、基本周期を平均値とそれからの変動分として符号化する前記文献(1)の従来方式は、過去のサブフレームで定めた基本周期からの差分を符号化する逐次差分方法と比較して効率的でないという問題がある。例えば、基本周期がサブフレーム毎に{8、10、12、14、16}と変動しているとき、前記文献(1)の従来方法では、平均12を表すのに4ビット、平均からの変動を表すのに7(=2+1+1+1+2)ビットで計11ビット要する。しかし、逐次的に符号化する場合は、7(=3+1+1+1+1)ビットとなり、より低ビットレート化が図れる。

【0005】一方、偶数サブフレームと奇数サブフレームとの差分で量子化する前記文献(2)の従来方式では、奇数サブフレームの基本周期を求める際に過去の偶数サブフレームで定めた基本周期を前提する逐次決定を採用しているため、基本周期を符号化する手段がフレーム全体として最適な基本周期の組を定めるようになっておらず、差分符号化をしない場合と比較して特性が大き

く劣化するという問題がある。また、奇数サブフレームに割り当てられるビット数が一定であるため、音声信号がフレーム内で変動しているような場合にその変化に追従できないという欠点を持つ。また更に、後者を更に低ビットレートに適用するには、奇数サブフレームのビット数を削減しなければならず、特性が劣化するという問題がある。

【0006】さらに、文献(3)のような入力音声信号と再生音声信号との誤差を最小にする基本周期部を持たない従来方式における基本周期の差分符号化は、基本周期パラメータを単なる時系列パラメータとして見たときのそれであり、再生音声信号と入力音声信号との距離を無視しているため、高品質な再生音声信号が得られないという問題がある。

【0007】本発明の目的は、フレーム全体で最適となるように基本周期を低ビットレートで符号化する基本周期符号化装置を提供することで、音声符号化式の高品質化を図ることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明の基本周期符号化装置は、離散音声信号をスペクトル包絡を表すパラメータと基本周期を表すパラメータと励振音源を表すパラメータと振幅制御を行なうパラメータとで表現する音声符号化方式で、一定間隔のフレームに分割された離散音声信号を入力し、前記フレームを複数区間に分散したサブフレーム毎に基本周期パラメータを符号化する際に、前記サブフレームの基本周期パラメータの幾つかを過去に定まるサブフレームの基本周期パラメータとの差分で符号化する基本周期符号化装置において、前記入力音声信号をもとに当該フレームの各サブフレームに対応する候補基本周期の組を出力する基本周期予備選択部と、前記基本周期予備選択部から出力される候補基本周期の組の当該サブフレームに対応する基本周期パラメータに対する予め定められた範囲にある近傍基本周期パラメータから当該サブフレームの入力音声信号と当該サブフレームのスペクトル包絡パラメータと過去に定めた励振音源を表すパラメータとを用いて基本周期を決定する基本周期本選択部とを有し、前記基本周期予備選択部が、前記基本周期予備選択部でフレーム全体に渡るサブフレームの候補基本周期を求める過程で、前記入力音声信号を用いて各サブフレーム毎に複数の基本周期パラメータ候補と前記候補に付随する予測ゲインとを定め、前記定めた基本周期パラメータ候補のそれぞれを基本として隣接するサブフレーム間の基本パラメータの差が予め定められた範囲内にある基本周期パラメータ組を構成し、前記構成されたフレーム全体に渡る基本周期パラメータの組からそれらに付随する予測ゲインをもとに候補基本周期を抽出することを特徴とする。

【0009】第2の発明の基本周期符号化装置は、第1の発明において、前記基本周期予備選択部が、前記基本

周期予備選択部でフレーム全体に渡るサブフレームの候補基本周期パラメータを求める過程で、前記入力音声信号を用いて最大予測ゲインを与えるサブフレームを定め、前記定まったサブフレーム間において前記入力音声信号をもとに基本周期パラメータ候補と、前記候補に付随する予測ゲインとを定め、前記定めた基本周期パラメータ候補のそれぞれを基本として隣接するサブフレームの基本パラメータの差が予め定められた範囲内にある基本周期パラメータ組を構成し、前記構成されたフレーム全体に渡る基本周期パラメータの組からそれらに付随する予測ゲインをもとに候補基本周期を抽出することを特徴とする。

【0010】第3の発明の基本周期符号化装置は、第1の発明において、前記基本周期予備選択部が、過去のサブフレームで定まった基本周期から予め定められた範囲内にある近傍基本周期パラメータの組みを構成し、前記構成された近傍基本周期パラメータから当該サブフレームの入力信号と当該サブフレームのスペクトル包絡パラメータと過去に定めた励振音源を表すパラメータとを用いて基本周期を決定することを特徴とする。

【0011】第4の発明の基本周期符号化装置は、第1の発明において、前記基本周期予備選択部が候補基本周期を複数出力することを特徴とする。

【0012】第5の発明の基本周期符号化装置は、第1の発明において、差分符号化される基本周期に割り当てられるビット数がサブフレーム毎に異なることを特徴とする。

【0013】第6の発明の基本周期符号化装置は、第1の発明において、前記入力音声信号から計算される各サブフレーム毎の予測ゲインをもとに当該フレーム或いは当該サブフレームを予め定められたクラスに分割するモード識別部を備え、前記モード識別部から出力されるクラス情報をもとに、差分符号化される基本周期に割り当てられるビット数をサブフレーム毎に異なるようにすることを特徴とする。

$$P_{nsub}^{cf}(t) = \frac{\sum_n s(n - nsub \times L) s(n - nsub \times L - t)}{(\sum_n s(n - nsub \times L - t) s(n - nsub \times L - t))^{1/2}} \quad (1)$$

【0019】が計算されているものとする。ここで $t$ は時間ラグ（或いは入力信号の周期）を表す項で、各 $t$ に

$$P_{nsub}^{pw}(t) = \frac{S_{nsub}^{pw}}{S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{cf}(t))^2} \quad (2)$$

【0021】として計算される。尚、

$$S_{nsub}^{pw} = \sum_n s(n - nsub \times L) s(n - nsub \times L) \quad (3)$$

【0023】である。

【0024】第1の発明における基本周期予備選択部では以下のような作用で処理が実行される。入力音声信号

【0014】第7の発明の基本周期符号化装置は、第1の発明において、前記基本周期予備選択部が、隣接するサブフレーム間の基本パラメータの差が予め定められた範囲内にあるように構成された複数ラグの組から候補基本周期を抽出する際に、各ラグに付随する予測ゲインを用いて前記基本パラメータの組みをより少ない数の組みに絞り込み、前記絞り込まれた基本パラメータの組みの中から最も高い基本周期を抽出することを特徴とする。

【0015】第8の発明の基本周期符号化装置は、第1の発明において、前記基本周期予備選択部が、前記基本周期予備選択部でサブフレームの候補基本周期を構成する過程で、前記フレームと当該フレームと更に次フレームの入力音声信号とで定まる予測ゲインをもとに、前フレームのサブフレームの一部と当該フレームのサブフレームと更に次フレームのサブフレームの一部という複数フレーム渡って、隣接するサブフレーム間の基本パラメータの差が予め定められた範囲内にある基本周期パラメータ組を構成し、前記複数フレームに渡って構成された基本周期パラメータの組から、それらに付随する予測ゲインをもとに候補基本周期を抽出することを特徴とする。

【0016】第9の発明の基本周期符号化装置は、第1の発明において、前記基本周期予備選択部が、隣接するサブフレームの基本パラメータ候補から予め定められた範囲内にある基本周期パラメータのフレーム全体に渡る組を複数構成し、前記構成された基本周期パラメータの組から候補基本周期を定める際に、前記構成された基本パラメータの組み各要素のなかで予め決め閾値を越える予測ゲインを与える基本周期パラメータを用いて基本周期を抽出することを特徴とする。

【0017】

【作用】いま、第 $i$ フレームの入力信号を $\{s_i(n)\}$ 、サブフレーム長を $L$ とする。このとき、各サブフレーム $nsub=0, \dots, N-1$ 毎に、

【0018】

対する予測ゲインは、

【0020】

【0022】

$s(n)$ を用いて前記第(3)式或いは(4)式を用いて各サブフレームのラグ $t_{nsub}$ に対する予測ゲインを定める。次に、各サブフレームにおい

て、最大値予測ゲインを与えるラグ  $t_{\max, \text{sub}}$  とその最大値  $P_{\max, \text{sub}}^{\text{gn}}$  を求める。そして、 $P_{\max, \text{sub}}^{\text{gn}}$  と予め定められた値以内に入る予測ゲインを与えるラグの集合  $\{t_{\text{sub}}^c(k)\}$  を求める。このようにしてもとめた各サブフレームの  $\{t_{\text{sub}}^c(k)\}$  の要素に対して、サブフレームラグの中から、隣接するサブフレーム間での差が  $W$ 。以内であるものの組  $\{t_0^i, t_1^i, \dots, t_{N-1}^i\} = \ell_i$  を定める。即ち、もし  $t_{\text{sub}}^c(k)$  and  $t_{\text{sub}-m+1}^i \in \ell_i$  であれば、

【0025】

$$\begin{cases} t_{\text{sub}}^c(k) - t_{\text{sub}-1}^i < W_0 & t_{\text{sub}+1}^i - t_{\text{sub}}^c(k) < W_0 \\ t_{\text{sub}-m}^i - t_{\text{sub}-m-1}^i < W_0 & t_{\text{sub}-m+1}^i - t_{\text{sub}-m}^i < W_0, m=1, 2, \dots \end{cases} \quad (4)$$

【0026】なる関係を満足する。以下、このような関係と格と呼ぶことにする。また、ここで、 $\{l_i\}$  を求める係を満足するラグの組  $\{l_i\}$  を求めるのをトラッキングのみに  $\{t_{\text{sub}}^c(k)\}$  の要素に対してのみ行なってもよい。即ち、

【0027】

$$\begin{cases} t_{\text{sub}}^c(k) - t_{\text{sub}-1}^c < W_0 & t_{\text{sub}+1}^c - t_{\text{sub}}^c(k) < W_0 \\ t_{\text{sub}-m}^c - t_{\text{sub}-m-1}^c < W_0 & t_{\text{sub}-m+1}^c - t_{\text{sub}-m}^c < W_0, m=1, 2, \dots \end{cases} \quad (5)$$

【0028】

このとき、 $\{t_{\text{sub}}^c(k)\}$  の要素だけでトラッキングできない場合は、過去或いは

未来に位置するサブフレームのラグを繰り返して使って  $i\}$  の内、  
処理することができる。最後に、上式を満足させる  $\{l_i\}$  【0029】

$$PG(i) = \prod_{\text{sub}} P_{\text{sub}}^{\text{gn}}(t_{\text{sub}}^i), \quad t_{\text{sub}}^i \in \ell_i \quad (6)$$

【0030】或いは、

【0031】

$$PG(i) = \frac{\sum_{\text{sub}} S_{\text{sub}}^{\text{pw}}}{\sum_{\text{sub}} (S_{\text{sub}}^{\text{pw}} - (P_{\text{sub}}^{\text{cf}}(t_{\text{sub}}^i))^2)}, \quad t_{\text{sub}}^i \in \ell_i \quad (7)$$

【0032】なる累積予測ゲインを最大化させるラグ組  $l_{\max}$  を選択し、それを基本周期本選択部に送る。  
第1の発明における基本周期本選択部では、音声のスペクトル包絡を表す線形予測係数  $\{\alpha(i)\}$  と過去の励

振音源  $\{v(n), n=0, \dots, L_c-1\}$  とを用いて、基本予備選択部から出力される  $l_{\max}$  の当該サブフレ

ームでの要素  $t_{\text{sub}}^{\max}$  の近傍に位置するラグ  $\{t_{\text{sub}}^o\}$

【0033】

$$|t_{\text{sub}}^o - t_{\text{sub}}^{\max}| < WD \quad (8)$$

【0034】

から、次式を最小化する  $t_{\text{sub}}^{\max}$  を決定する。

【0035】

$$\sum_n (s(n - \text{sub} \times L) - g\delta(n))^2, \quad g: \text{係数} \quad (9)$$

【0036】ここで、

【0037】

$$\hat{s}(n) = e(n) + \sum_i \alpha(i) \hat{s}(n-i) \quad (10)$$

$$e(n) = \begin{cases} e(n-t_0) & \text{if } n-t_{nsub}^0 \geq 0 \\ v(n-t_c+L_0) & \text{if } n-t_{nsub}^0 < 0 \end{cases} \quad (11)$$

【0038】

である。このように決定された  $\{t_{nsub}^{omax}\}$  は、 $\log_2 (WD+W_c/2)$  ビッ

トで差分符号化できる。

【0039】なお、上式においては、ラグの値  $t$  として整数値を仮定しているが、例えば K. Kroon and B. S. Atal による文献 (4) : "Pitch Predictions With High Temporal Resolution," Proc. IEEE Inc. Conf. on. Acoustics, Speech and Signal Processing, pp. 661-664 1990." で述べられているような小数値を用いることもできる。この

場合、小数値は整数にインデックスニングされ、差分符号化はインデックスの差に対して適用される。小数ラグを用いる場合一般に演算量が増加するため、基本周期パス候補を計算する際には整数ラグだけを探索し、候補基本周期抽出をする際に小数ラグを探索する構成を取ることができる。

【0040】第2の発明における基本周期予備選択部では、まず第1の発明と同様に各サブフレームにおいて各ラグに対する予測ゲインを計算する。次に、サブフレームの

$P_{nsub}^{gn}$  のなかで最大値予測ゲインを与えるサブフレームを  $nsub_{max}$  とそのと

きのラグ  $t_{max_{nsub_{max}}}$  と予測ゲイン  $P_{max_{nsub_{max}}}^{gn}$  を抽出する。そして、 $nsub_{max}$  のラグに対して、当該予測ゲインが  $P_{max_{nsub_{max}}}^{gn}$  と予め定められた

値以内に入るものの集合  $\{t_{nsub_{max}}^c(k)\}$  を求める。このようにして求めた

$\{t_{nsub_{max}}^c(k)\}$  の要素に対して、サブフレームラグの中から、隣接するサブフ

レーム間での差が  $W_c$  以内であるものの組  $\ell_i = \{t_0^i, t_1^i, \dots, t_{N-1}^i\}$  を定める。

即ち、もし  $t_{nsub_{max}}^c(k)$  and  $t_{nsub-m+1}^i \in \ell_i$  であれば、

【0041】

$$\begin{cases} t_{nsub_{max}}^c(k) - t_{nsub_{max}-1}^i < W_c & t_{nsub_{max}+1}^i - t_{nsub_{max}}^c(k) < W_c \\ t_{nsub-m}^i - t_{nsub-m-1}^i < W_c & t_{nsub-m+1}^i - t_{nsub-m}^i < W_c, \quad m=1,2,\dots \end{cases} \quad (12)$$

【0042】なる関係を満足する。そして最後に、上式を満足させる  $\{l_i\}$  の内、

【0043】

$$PG(i) = \prod_{nsub} P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i) \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (13)$$

或いは、

$$PG(i) = \frac{\sum_{nsub} S_{nsub}^{pw}}{\sum_{nsub} (S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i))^2)}, \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (14)$$

【0044】なる累積予測ゲインを最大化させるラグの組  $l_{imax}$  を選択し、それを基本周期本選択部に送る。第2の発明は、第1の発明と比較して少ない演算量で、同等の特性を与えるという効果を持つ。

【0045】第3の発明における基本周期本選択部では、

【0046】

$$|t_{nsub}^0 - t_{nsub-1}^{omax}| < WD \quad (15)$$

【0047】

を満足する  $\{t_{nsub}^0\}$  に対して、次式を最小化する  $t_{nsub}^{max}$  を決定する構成になって

いる。

$$\sum_n (s(n - nsub \times L) - g\beta(n))^2, \quad g: \text{係数} \quad [0048] \quad (16)$$

ここで、

$$\beta(n) = e(n) + \sum_i \alpha(i) \beta(n-i) \quad (17)$$

$$e(n) = \begin{cases} e(n - t_c) & \text{if } n - t_{nsub}^0 \geq 0 \\ v(n - t_c + L_c) & \text{if } n - t_{nsub}^0 < 0 \end{cases} \quad (18)$$

[0049]

このように決定された  $\{t_{nsub}^{max}\}$  は、 $\log_2 (WD/2)$  ビットで差分符号化

できる

【0050】第4の発明は、基本周期本選択部に送るラグの組  $\{l_k\}$  ( $k > 1$ ) を複数出力する基本周期予備選択部と、前記基本周期予備選択部から出力される複数ラグの予め定められた範囲の近傍にあるラグに対して上記(9)式に示した選択を行なう本選択部とを持つもので、単一候補に絞られた上記の発明と比較してより最適に近い基本周期パラメータを求めることができるという効果を持つ。

【0051】第5の発明は、差分符号化に要するビット数をサブフレーム毎に異なるようにするもので、前記  $W_c$  並びに前記  $WD$  はサブフレームの関数となる。例えば、基本周期をサブフレーム毎に  $\{8, 3, 7, 3, 3\}$  ビットで符号化する場合、 $WD$  は  $WD(nsub) = \{256, 8, 128, 8, 8\}$  となり、それに伴い  $W_c$  も  $W_c(nsub) = \{8, 8, 16, 8, 8\}$  などとなる。また、この  $W_c$  の値を変化させる場合、当該サブフレームから未来のサブフレームへトラッキング

する場合  $\{W_c^{left}(nsub)\}$  と過去のサブフレームへトラッキングする場合

$\{W_c^{right}(nsub)\}$  とでことなる値を持つことができ、上記の例の場合、

$W_c^{left}(nsub) = \{8, 16, 16, 8, 8\}$ 、 $W_c^{right}(nsub) = \{16, 16, 8, 8, 8\}$  など

とすることができる。

【0052】第6の発明は、サブフレーム毎の差分符号化に要するビット数を、当該フレーム或いは当該サブフレームの特性の応じて異なるようにするもので、当該フレーム或いは当該サブフレームの特性としてはサブフレーム

毎の予測ゲインの幾何平均、或いはサブフレーム毎のRMSの幾何平均などの情報を用いることができる。予め定められたようにクラス分けを行ない、そのクラスの応じて、差分符号のためのビット数並びに前記  $W_c$  並びに前記  $WD$  もサブフレームを割り当てるもの

である。例えば、各サブフレームの最大予測ゲイン  $\{Pmax_{nsub}^{gn}\}$  を求め、その

幾何平均

$$Pgn = \prod_{nsub} Pmax_{nsub}^{gn}$$

[0053]

(19)

【0054】の値によって当該フレームを次のような予め定められたクラスに分類する。

【0055】

$0 \leq Pgn < 0.25$  CLASS 0

$0.25 \leq Pgn < 0.5$  CLASS 1

$0.5 \leq Pgn < 0.75$  CLASS 2

$0.75 \leq Pgn < 1.0$  CLASS 3

この分類にしたがって、差分符号化に割り当てるビット数を次のように切替える。

【0056】

$WD(nsub=0, \dots, 3) \{0, 0, 0, 0, 0\}$

for CLASS 0

$WD(nsub=0, \dots, 3) \{8, 3, 7, 3, 3\}$

for CLASS 1



```

WD (nsub=0, . . . , 3) {8, 3, 5, 4, 4}
                                for CLASS2
WD (nsub=0, . . . , 3) {8, 4, 4, 4, 4}
                                for CLASS3

```

このビットの割り当てに応じて、 $W_c(nsub)$  も変化させることも可能である。本発明により当該フレームの入力音声の特性に応じた基本周期の符号化が可能となる。

【0057】第7の発明は、上記第1及び第2の発明で述べた  $l_{imax}$  を求める際に、予測ゲインの累積誤差ではなく、累積誤差の最大値  $PG(imax)$  から予め定められた値以内にある累積誤差を与えるラグの組の内、最小ラグをとるものを基本周期予備選択部として出

力するもの。本発明により倍ピッチを抽出する誤りを防ぐことができる。

【0058】第8の発明は、上記基本予備選択部の手順を当該フレームの音声信号に適用するだけでなく、前フレームあるいは次フレームのサブフレームの音声信号を用いて  $l_{imax}$  を求めるものである。例えば、ラグトラッキング  $l_i$  を求める式

【0059】

$$\begin{cases} t_{nsub}^i(k) - t_{nsub-1}^i < W_0 & t_{nsub+1}^i - t_{nsub}^i(k) < W_0 \\ t_{nsub-m}^i - t_{nsub-m-1}^i < W_0 & t_{nsub-m+1}^i - t_{nsub-m}^i < W_0, \quad m = 1, 2, \dots \end{cases} \quad (20)$$

【0060】そして、累積を求める式

【0061】

$$PG(i) = \prod_{nsub=-1}^N P_{nsub}^m(t_{nsub}^i), \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (21)$$

或いは、

$$PG(i) = \frac{\sum_{nsub} S_{nsub}^{pw}}{\sum_{nsub} (S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^c(t_{nsub}^i))^2)}, \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (22)$$

【0062】において、 $nsub$  の値として  $nsub = \{-1, 0, 1, \dots, N-1, N\}$  を取るようにする。このとき、 $nsub = -1$  は前フレームの  $N-1$  番目のサブフレームの予測ゲインを用いることを示し、 $nsub = N$  は次フレームの  $0$  番目のサブフレームの予測ゲインを用いることを示す。本発明はフレーム間の不連

続を軽減させる効果をもつ。

【0063】第9の発明は、上記第1の発明で述べた  $l_{imax}$  を求める際に、予め決めておいた予測ゲインの閾値  $gn_{th}$  を越える予測ゲインに対してのみ累積予測ゲイン累積値を計算するようにする。即ち、

【0064】

$$PG(i) = \prod_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^m(t_{nsub}^i) \quad (23)$$

$$\text{if } P_{nsub}^m(t_{nsub}^i) \geq gn_{th} \text{ and } t_{nsub}^i \in \ell_i$$

或いは、

$$PG(i) = \frac{\sum_{nsub} S_{nsub}^{pw}}{\sum_{nsub} (S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^c(t_{nsub}^i))^2)}, \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (24)$$

【0065】本発明により、フレーム内で周期構造が変化しているような場合、周期性がよりはっきりしているサブフレームに重みを掛けて候補基本周期が抽出できるという効果を持つ。

【0066】尚、ここまでは累積予測ゲインとして第3式或いは第4式なるものを用いたが、他にもサブフレーム毎の予測ゲインの算術平均

【0067】

$$PG(i) = \sum_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^m(t_{nsub}^i) / N, \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (25)$$

【0068】など、入力音声信号の周期性の程度を表すものであれば何でもよい。

【0069】以上で本発明の作用に関する説明を終える。

【0070】

【実施例】図1は第1の発明の基本周期符号化装置の一実施例を示すブロック図である。入力端子10より入力した音声信号はフレームバッファ20に蓄えられる。線形予測分析部30はフレームバッファ20より当該フレームの入力音声信号を供給し、文献(4)：斉藤、中田

著、音声情報処理の基礎、などでよく知られた線形予測分析により、例えばLSPのような線形予測パラメータ  $1z\{lsp_k(i)\}$  を求め、それをLPC量子化部50とLPCメモリ31とLPC補間部32とに出力する。LPC量子化器50はLPC分析部30から供給されるLSPパラメータ  $\{lsp_k(i)\}$  に対し、同じく前記文献(4)で記述されている量子化法を適用して定められる量子化LSP  $\{qlsp_k(i)\}$  を求め、量子化LPC補間部52と量子化LPCメモリ51とに出力する。また、量子化の際に求めるインデックス情報は出力端子14へ送られる。LPC補間部32では、LPCメモリ31にある前フレームのLSP  $\{lsp_{k-1}(i)\}$  とLPC分析部30とから供給される当該フレームのLSP  $\{lsp_k(i)\}$  とを線形補間し、当該サブフレーム  $nsub$  の線形予測係数  $\{\alpha_{nsub}(i)\}$  を求め、それを基本周期予備選択部4

$$s_w(n - nsub \times L) = \sum_i \alpha_{nsub}(i) v(i) s(n - i - nsub \times L) - \alpha_{nsub}(i) u(i) s_w(n - i - nsub \times L) \quad (26)$$

【0073】ここで、 $v(i)$  と  $u(i)$  は任意の係数で、例えば、 $v(i) = 0.9i$ 、 $u(i) = 0.4i$  などと選択される。次に、予測ゲイン計算部42で重み付けされた入力音声信号  $\{s_w(n)\}$  を  $\{s(n)\}$

$$P_{nsub}^{gn}(t) = \frac{S_{nsub}^{pw}}{S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{gn}(t))^2}$$

【0075】基本周期バス候補構成部43では、まず、

$x_{nsub}$  とその最大値  $Pmax_{nsub}^{gn}$  を求め、次に予測ゲインが  $Pmax_{nsub}^{gn}$  の予め

定められた値  $T_h$  (例えば50%) 以内に入るラグの集合  $\{t_{nsub}^c(k)\}$  を求める

。  $\{t_{nsub}^c(k)\}$  を求めるには例えば、I. A. Gerson等による文献(5)

:" Techniques for improving the performance of CELP type speech coders, "Proc. IEEE Inc. Conf. on. Acoust

$\{t_{nsub}^c(k)\}$  を求めることもできる。またここで、  $Pmax_{nsub}^{gn}$  からの範囲を前

フレームの状態や当該サブフレーム最大予測ゲインの大きさに応じて変動させることも可能である。例えば、前フレームの最大予測ゲインが0.3より小さいとき  $T_h$

た当該サブフレームの最大予測ゲインにより、  $T_h = 0.5$ , if  $Pmax_{nsub}^{gn} <$

0.3,  $T_h = 0.75$ , otherwise などとす

る。このようにして求めた、各サブフレームの  $\{t_{nsub}^c(k)\}$  の要素に対して、隣接するサブフレーム間での差が  $W_c$  以内

に入るラグの組  $\{t_0^i, t_1^i, \dots, t_{N-1}^i\} = \ell_i$  を定める。即ち、もし  $t_{nsub,max}^c(k)$

and  $t_{nsub-m+1}^i \in \ell_i$  であれば、

0と基本周期本選択部60と励振音源探索部70とゲイン探索部90とに供給する。量子化LPC補間部52では、量子化LPCメモリ51から供給される前フレームの量子化LSP  $\{qlsp_{k-1}(i)\}$  とLPC量子化部50とか供給される当該フレームの量子化されたLSP  $\{qlsp_k(i)\}$  とを線形補間し当該サブフレーム  $nsub$  の線形予測係数  $\{\beta_{nsub}(i)\}$  を基本周期本選択部60と励振音源探索部70とゲイン探索部90とへ出力する。

【0071】ここで、基本周期予備選択部40の構成を図2に基づいて説明する。まず、重み付け部41では、フレームバッファ20から供給される入力音声信号をLPC補間部32から供給される線形予測係数  $\{\alpha_{nsub}(i)\}$  を用いて次のように変換する。

【0072】

として前記作用で述べた手順により予測ゲインを計算する。即ち、

【0074】

(27)

最大値予測ゲインを与える周期  $t_{ma}$

ics, Speech and Signal Processing, pp. 205-208 1991." で

述べられているような、 $t_{max} \times nsub$  の約数並びに倍数から

$\{t_{nsub}^c(k)\}$  を求めることもできる。またここで、  $Pmax_{nsub}^{gn}$  からの範囲を前

= 0.5, 0.3より大きいときは  $T_h = 0.75$  とすることができ、ま

$$\begin{cases} t_{nsub,max}^c(k) - t_{nsub,max-1}^c < W_c & t_{nsub,max+1}^c - t_{nsub,max}^c(k) < W_c \\ t_{nsub-m}^c - t_{nsub-m-1}^c < W_c & t_{nsub-m+1}^c - t_{nsub-m}^c < W_c, m=1,2,\dots \end{cases} \quad (28)$$

【0077】なる関係を満足するようなラグの組を求める。このようにして求めた  $\{l_i\}$  は候補基本周期抽出部44へ出力される。候補基本周期抽出部44では、基本周期バス候補構成部より供給される  $\{l_i\}$  の内か

ら、次式の累積予測ゲインを最大化されるラグの組  $l_{max}$  を選択し、それを基本周期本選択部60へ出力する。

【0078】

$$PG(i) = \prod_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^{pn}(t_{nsub}^i), \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (29)$$

$$or, \\ = \frac{\sum_{nsub} S_{nsub}^{pw}}{\sum_{nsub} (S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{pf}(t_{nsub}^i))^2)}, \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (30)$$

【0079】以上で基本周期予備選択部40の説明を終える。図1に戻って、基本周期本選択部60では、フレームバッファ20から供給される当該サブフレームの入力音声信号  $\{s(n - nsub \times L)\}$  と、過去の励振音源メモリ80から供給される励振音源信号  $\{v(n)\}$

と、LPC補間部32から供給される当該サブフレームのLPC係数  $\{\alpha_{nsub}(i)\}$  と、量子化LPC補間部から供給される当該サブフレームの量子化LPC係数  $\{\beta_{nsub}(i)\}$  とを用いて、基本周期予備選択

部40から供給される当該サブフレームラグ  $t_{nsub}^c$ 、即ち、ここで、

【0080】

$$|t_{nsub}^c - t_{nsub-1}^{comax}| < WD \quad (31)$$

【0081】

から次式を最小化する  $t_{nsub}^{comax}$  を決定する。

【0082】

$$\sum_n (s_w(n - nsub \times L) - g_c \hat{s}(n - nsub \times L))^2 \quad (32)$$

【0083】ここで

【0084】

$$s_w(n - nsub \times L) = \sum_i \alpha_{nsub}(i) v(i) s(n - i - nsub \times L) \quad (33)$$

$$\hat{s}_w(n - nsub \times L) = \sum_i \alpha_{nsub}(i) u(i) s_w(n - i - nsub \times L) \quad (34)$$

$$\hat{s}(n - nsub \times L) = s(n - nsub \times L) + \sum_j \beta_{nsub}(j) \hat{s}(n - nsub \times L - j) \quad (35)$$

$$s(n - nsub \times L) = \begin{cases} s(n - t_{nsub}^c - nsub \times L), & \text{if } n - t_{nsub}^c \geq nsub \times L \\ v(n - t_{nsub}^c + L - nsub \times L), & \text{if } n - t_{nsub}^c < nsub \times L \end{cases} \quad (36)$$

【0085】

決定されたラグの値  $t_{nsub}^{comax}$  は出力端子11に出力され、 $t_{nsub}^{comax}$  に対応する励振音

源  $\{e(n)\}$  は励振音源探索部70へとゲイン探索部90へと出力される。励振音源探索部70は、予め蓄えられた音源コードブックCにある音源コードベクトル  $c$

$i(n)$  から、次式を最小化するもの  $c_{imax}(n)$  を選択する。

【0086】

$$\sum_n (s_w(n - n_{sub} \times L) - g_e \delta(n - n_{sub} \times L))^2, \quad n = L \times (n_{sub} - 1), \dots, L \times n_{sub} - 1 \quad (37)$$

$$\hat{s}_w(n - n_{sub} \times L) = \sum_i \alpha(i) u(i) \hat{s}(n - i - n_{sub} \times L) - \alpha(i) u(i) \hat{s}_w(n - i - n_{sub} \times L) \quad (38)$$

$$\hat{s}(n - n_{sub} \times L) = g_e e(n - n_{sub} \times L) + c_i(n - n_{sub} \times L) + \sum_j \beta_{n_{sub}}(j) \hat{s}(n - n_{sub} \times L - j) \quad (39)$$

【0087】選択された音源コードベクトルはゲイン探索部90へ、そのインデックスimaxは出力端子12へ出力される。また、新たに定まった励振音源信号:  $g_e e(n) + g_v c_{imax}(n)$  は励振音源メモリ80へ送られる。ゲイン探索部90は、予め蓄えられてい

るゲインコードブックGからゲインコードベクトル ( $g_e(k)$ ,  $g_v(k)$ ) から次式を最小にするもの ( $g_e(k_{max})$ ,  $g_v(k_{max})$ ) を選択する。

【0088】

$$\sum_n (s_w(n - n_{sub} \times L) - \hat{s}(n - n_{sub} \times L))^2, \quad n = L \times (n_{sub} - 1), \dots, L \times n_{sub} - 1 \quad (40)$$

$$\hat{s}_w(n - n_{sub} \times L) = \sum_i \alpha_{n_{sub}}(i) u(i) \hat{s}(n - i - n_{sub} \times L) - \alpha_{n_{sub}}(i) u(i) \hat{s}_w(n - i - n_{sub} \times L) \quad (41)$$

$$\hat{s}(n - n_{sub} \times L) = g_e(k) e(n - n_{sub} \times L) + g_v(k) c_{imax}(n - n_{sub} \times L) + \sum_j \beta_{n_{sub}}(j) \hat{s}(n - n_{sub} \times L - j) \quad (42)$$

【0089】求められたゲインコードベクトルは励振音源メモリ80へ、そのインデックスkmaxは出力端子13へ出力される。励振音源メモリ80では、 $g_e(k_{max}) e(n) + g_v(k_{max}) c_{imax}(n)$

を過去の励振音源として蓄える。尚、励振音源メモリ80は次のように更新される。

【0090】

$$v(n-L) = v(n), \quad n = L, \dots, L_c - 1 \quad (43)$$

$$v(L_c - L + n) = g_e(k_{max}) e(n) + g_v(k_{max}) c_{imax}(n), \quad n = 0, \dots, L - 1 \quad (44)$$

図3は第2の発明の基本周期符号化装置における基本周期予備選択部の実施例の一つである。本実施例における基本予備選択部は次のように動作する。予測ゲイン計算

部42では前記実施例で説明したのと同様な手順で各サブフレームの予

測ゲイン  $P_{n_{sub}}^{gn}(t)$  が計算される。最大予測ゲイン抽出部242では予測ゲイン

計算部42から供給される予測ゲインの内最大予測ゲイ

ンを与えるサブフレーム

$n_{sub_{max}}$  と周期  $t_{max_{n_{sub_{max}}}}$  とを求め基本周期バス候補構成部243へ出

力する。基本周期バス候補構成部243では、まず、最

大予測ゲイン抽出部24

2でさだまった  $n_{sub_{max}}$  に対応するサブフレームの予測ゲイン  $P_{n_{sub_{max}}}^{gn}(t)$

の内  $P_{n_{sub_{max}}}^{gn}$  と予め定められた範囲内の値を与えるにあるラグの集合

$\{t_{n_{sub_{max}}}^c(k)\}$  を求め、次に、 $\{t_{n_{sub_{max}}}^c(k)\}$  の要素を基本として、隣接するサ

ブフレーム間での差がW。以内に入るラグの組  $\{t_0^i, t_1^i, \dots, t_{N-1}^i\} = \ell_i$  を定

める。即ち、もし  $t_{n_{sub_{max}}}^c(k)$  and  $t_{n_{sub_{max}}-m+1}^i \in \ell_i$  であれば、

【0091】

$$\begin{cases} t_{nsub,max}^c(k) - t_{nsub,max-1}^c < W_c & t_{nsub,max+1}^c - t_{nsub,max}^c(k) < W_c \\ t_{nsub-m}^c - t_{nsub-m-1}^c < W_c & t_{nsub-m+1}^c - t_{nsub-m}^c < W_c, \quad m = 1, 2, \dots \end{cases} \quad (45)$$

【0092】

このとき、各サブフレームにおいて、予測ゲインの最大値  $Pmax_{nsub}^{gn}(t)$  から予め定められた範囲にある予測ゲインを与えるラグの集合  $\{t_{nsub}^c(k)\}$  を求め、それらのラグと  $\{t_{nsub,max}^c(k)\}$  との間でトラッキング  $\{l_i\}$  を求めることもでき

る。このように定めた  $\{l_i\}$  は候補基本周期抽出部 44 へ出力される。候補基本周期抽出部 44 では、基本周期バス候補構成部より供給される  $\{l_i\}$  の内から、次

式の累積予測ゲインを最大化させるラグの組  $l_{imax}$  を選択し、それを基本周期本選択部 60 へ出力する。

【0093】

$$PG(i) = \prod_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i), \quad t_{nsub}^i \in l_i \quad (46)$$

or

$$= \frac{\sum_{nsub} S_{nsub}^{pw}}{\sum_{nsub} (S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{cf}(t_{nsub}^i))^2)}, \quad t_{nsub}^i \in l_i \quad (47)$$

【0094】図4は第3の発明における基本周期本選択部の一実施例である。まず、第1サブフレームにおける動作を説明する。候補ラグ構成部 362 では、図1の基

本周期予備選択部 40 から供給されるトラッキング  $l_{imax}$  から第1サブフレームに対

応するラグ  $t_0^{imax}$  を選択し、それから  $t_0^{imax}$  の近傍

【0095】

$$|t_0^c - t_0^{imax}| < WD \quad (48)$$

【0096】

に存在するラグの集合  $\{t_0^c\}$  を定める。定めたラグ集合は距離計算部 361 へ送

られる。距離計算部 361 では候補ラグ構成部 362 から供給されるラグ集合

【0097】

$\{t_0^c\}$  に対して、下式を計算する。

$$D(o) = \sum_n (s_w(n) - g_o \delta(n))^2, \quad o = 0, 1, \dots, 2WD - 1 \quad (49)$$

ここで

$$s_w(n) = \sum_i \alpha_0(i) v(i) s(n-i) - \alpha_0(i) u(i) s_w(n-i) \quad (50)$$

$$\delta_w(n) = \sum_i \alpha_0(i) v(i) \delta(n-i) - \alpha_0(i) u(i) \delta_w(n-i) \quad (51)$$

$$\delta(n) = e(n) + \sum_j \beta_0(j) \delta(n-j) \quad (52)$$

$$e(n) = \begin{cases} s(n - t_0^c), & \text{if } n - t_0^c \geq 0 \\ v(n - t_0^c + L_c), & \text{if } n - t_0^c < 0 \end{cases} \quad (53)$$

【0098】計算された  $D(o)$  は基本周期ラグ選択部 363 へ送られる。基本周期ラグ選択部では前記  $\{D$

$\{o\}$  の中からその最大値を与える  $o_{max}$  を求め、候補ラグ

構成部362から供給される $\{t_0^o\}$ から $o_{max}$ に対応するラグ値 $t_0^{omax}$ を選択する。選択された $t_0^{omax}$ は励振音源構成部364と基本周期ラグメモリ365と

図1の出力端子11とへ出力される。励振音源構成部364では基本周期ラグ選択部から供給される $t_0^{omax}$ と図1の励振音源メモリから供給される $\{v(n)\}$

とから、

$$e(n) = \begin{cases} e(n - t_0^{omax}), & \text{if } n - t_0^{omax} \geq 0 \\ v(n - t_0^{omax} + L_c), & \text{if } n - t_0^{omax} < 0 \end{cases} \quad (54)$$

【0100】を構成し、 $\{g_{ee}(n)\}$ を図1の励振音源探索部70へ出力する。次に、第2サブフレーム以降の動作を説明する。第1サブフレームと本質的に異なる

のは候補ラグ構成部362の処理だけである。候補ラグ構成部362では、基本周期

ラグメモリ365から前サブフレームの基本周期を入力し、それから $t_{nsub-1}^{omax}$ の

近傍

$$|t_0^o - t_{nsub-1}^{omax}| < WD \quad (55)$$

【0102】

に存在するラグの集合 $\{t_{nsub}^o\}$ を定める。このようにして定めたラグ集合は距離計算部361へ送られ、後は順に上述した手順で $\{t_{nsub}^{omax}, nsub = 0, \dots, N-1$

}並びにそれに対応する $\{e(n), n = 0, \dots, L \times N - 1\}$ が決定されて行く。

【0103】図5(a)(b)は第4の発明における基本周期予備選択部と基本周期本選択部の一実施例であ

る。本実施例における基本周期抽出部440の候補周期抽出部444では、基本バス候補構成部43から供給されるラグの組 $\{l_i\}$ から、累積予測ゲイン

【0104】

$$PG(i) = \prod_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^{pn}(t_{nsub}^i), \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (56)$$

or

$$= \frac{\sum_{nsub} S_{nsub}^{pw}}{\sum_{nsub} (S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{pf}(t_{nsub}^i))^2)}, \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (57)$$

【0105】

の大きいもの $M(>1)$ 個 $\{\ell_k = \{t_0^i(k), t_1^i(k), \dots, t_{N-1}^i(k)\}, k = 0, \dots,$

$M-1\}$ を選択し基本周期本選択部460へ出力する。

基本周期予備選択部440から供給される複数ラ

基本周期本選択部460の候補ラグ構成部462では、

ラグの組 $\ell_k = \{t_0^i(k), t_1^i(k), \dots, t_{N-1}^i(k)\}, k = 0, \dots, M-1$ における

当該サブフレームの要素 $\{t_{nsub}^i(k)\}, k = 0, \dots, M-1$ のそれぞれに対し、

【0106】

$$|t_{nsub}(k) - t_{nsub}^i(k)| < WD \quad (58)$$

【0107】

を満足する近傍ラグ $t_{nsub}^o(k)$ を構成する。距離計算部361では候補ラグ構成

部462から供給

【0108】

$$D(o, k) = \sum_n (s_w(n - n_{sub} \times L) - g_o \delta(n - n_{sub} \times L))^2, \quad o = 0, \dots, 2WD - 1, k = 0, \dots, M - 1 \quad (59)$$

ここで、

$$s_w(n - n_{sub} \times L) = \sum_i \alpha(i) v(i) s(n - i - n_{sub} \times L) - \alpha(i) u(i) s_w(n - i - n_{sub} \times L) \quad (60)$$

$$\delta_w(n - n_{sub} \times L) = \sum_i \alpha(i) v(i) \delta(n - i - n_{sub} \times L) - \alpha(i) u(i) \delta_w(n - i - n_{sub} \times L) \quad (61)$$

$$\delta(n - n_{sub} \times L) = \alpha(n - n_{sub} \times L) + \sum_j \beta(j) \delta(n - n_{sub} \times L - j) \quad (62)$$

$$e(n - n_{sub} \times L) = \begin{cases} e(n - t_{n_{sub}}^i(k) - n_{sub} \times L), & \text{if } n - t_{n_{sub}}^i(k) \geq n_{sub} \times L \\ v(n - t_{n_{sub}}^i(k) + L - n_{sub} \times L), & \text{if } n - t_{n_{sub}}^i(k) < n_{sub} \times L \end{cases} \quad (63)$$

【0109】

である。基本ラグ抽出部363は $D(o, k)$ の中からそれを最小化する $t_{n_{sub}}^{omax}$  ( $kmax$ )を決定する。決定された $t_{n_{sub}}^{omax}(kmax)$ は図1の出力端子11並びに励

振音源構成部364とへ出力される。

【0110】図6は、第5の発明における基本周期予備選択部と基本周期本選択部の実施例を示す。基本周期予

備選択部540の基本周期バス候補構成部543では、候補範囲テーブル501から、サブフレーム毎のトラッキング探索範囲 $\{W_c(nsub)\}$ を入力し、 $l_i$ を定める。即ち $t_{n_{sub}}^i \in l_i$ であれば、

【0111】

$$t_{n_{sub}}^i - t_{n_{sub}-1}^i < W_c(nsub) \quad t_{n_{sub}+1}^i - t_{n_{sub}}^i < W_c(nsub) \quad (64)$$

【0112】なる関係を満足する。このようにしてトラッキングされたラグの組 $l_i$ は候補基本周期抽出部44へ出力される。候補基本周期抽出部44では前記 $\{l_i\}$ の中から、次式の累積予測ゲインを最大化させ

るラグの組 $l_{imax}$ を選択し、それを基本周期本選択部560の候補ラグ構成部562へ出力する。

【0113】

$$PG(i) = \prod_{n_{sub}=0}^{N-1} P_{n_{sub}}^{pw}(t_{n_{sub}}^i), \quad t_{n_{sub}}^i \in l_i \quad (65)$$

or

$$= \frac{\sum_{n_{sub}} S_{n_{sub}}^{pw}}{\sum_{n_{sub}} (S_{n_{sub}}^{pw} - (P_{n_{sub}}^{pw}(t_{n_{sub}}^i))^2)}, \quad t_{n_{sub}}^i \in l_i \quad (66)$$

【0114】

候補ラグ構成部562では、距離計算部361へ出力するラグの組 $\{t_{n_{sub}}^o\}$ を構

成する際に、候補範囲テーブル501からサブフレーム毎の範囲 $\{WD(nsub)\}$ を入力して、

【0115】

$$|t_0^o - t_0^{imax}| < WD(nsub) \quad (67)$$

【0116】が満足されるようにする。距離計算部361は候補ラグ構成部562から供給さ

【0117】

れる各ラグ $\{t_{n_{sub}}^o\}$ に対し、

$$D(o) = \sum_n (s_w(n) - g_o \hat{s}(n))^2, \quad o = 0, 1, \dots, 2WD(nsub) - 1 \quad (68)$$

【0118】を計算する。他の処理はこれまでの実施例で述べたものと同じである。

【0119】図7は第6の発明における基本周期予備選択部と基本周期本選択部の実施例を示す。フレームモー

ド識別部601においては、まず、基本周期予備選択部640の予測ゲイン計算部42から出力される予測ゲインから各サブフレームの最大

予測ゲイン  $\{Pmax_{nsub}^{gn}\}$  を求め、次にその幾何平均

【0120】

$$Pgn = \prod_{nsub} Pmax_{nsub}^{gn} \quad (69)$$

【0121】或いは、算術平均

【0122】

$$PG(i) = \sum_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i), \quad t_{nsub}^i \in \mathcal{L}_i \quad (70)$$

【0123】を計算し、最後にその値によって当該フレームのクラスを判定する。クラスの分類には、例えば次の表のようなものが採用される。

【0124】

0  $\leq Pgn < 0.25$  CLASS0

(0  $\leq Pgn < 0.25$ )  $\cap$  (0  $\leq rms < 500$ )

CLASS0

(0.25  $\leq Pgn < 0.5$ )  $\cap$  (500  $\leq rms < 900$ )

CLASS1

(0.5  $\leq Pgn < 0.75$ )  $\cap$  (800  $\leq rms < 1200$ )

CLASS2

(0.75  $\leq Pgn$ )  $\cap$  (1000  $\leq rms$ )

CLASS3

のようにすることもできる。クラスインデックス cldex は出力端子602と基本周期予備選択部640の基本周期バス候補構成部643と基本周期本選択部660の候補ラグ構成部662とへ出力される。基本周期バス候補構成部643では、予測ゲイン計算部42から供給される各サブフレームの予測ゲインと、前記フレームモ

0.25  $\leq Pgn < 0.5$  CLASS1

0.5  $\leq Pgn < 0.75$  CLASS2

0.75  $\leq Pgn <$  CLASS3

尚、上記分類においては、各サブフレームにおける rms 値も併用することができ、

ード識別部から供給されるクラスインデックスで決まる当該サブフレームにおけるトラッキング範囲  $W_c(nsub)$  とをもとにトラッキング  $\{l_i\}$  を出力する。ここで、トラッキングの探索範囲  $W_c$  は、次のように定まっているとする。

【0125】

$W_c(nsub=0, \dots, 3) \{0, 0, 0, 0, 0\}$

for CLASS0

$W_c(nsub=0, \dots, 3) \{256, 8, 128, 8, 8\}$

for CLASS1

$W_c(nsub=0, \dots, 3) \{256, 8, 32, 8, 8\}$

for CLASS2

$W_c(nsub=0, \dots, 3) \{256, 16, 16, 16, 16\}$

for CLASS3

このとき、 $\{t_{nsub}^i\}$  がトラッキング  $l_i$  の要素であれば、

【0126】



$$t_{nsub}^i - t_{nsub-1}^i < W(nsub) \quad t_{nsub+1}^i - t_{nsub}^i < W_c(nsub) \quad (71)$$

【0127】なる関係を満足することになる。このようにして定まったトラッキングの組 $l_i$ は候補基本周期抽出部44へ出力される。候補基本周期抽出部44は、前

記 $\{l_i\}$ の中から、次式の累積予測ゲイン【0128】

$$PG(i) = \prod_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i), \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (72)$$

$$or$$

$$= \frac{\sum_{nsub} S_{nsub}^{pw}}{\sum_{nsub} (S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{gf}(t_{nsub}^i))^2)}, \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (73)$$

【0129】を最も大きくする $l_{imax}$ を求め、基本周期本選択部660の候補ラグ構成部662へ出力す

る。候補ラグ構成部662では、距離計算部361へ出力するラグの

組 $\{t_{nsub}^o\}$ を構成する際に、フレームモード識別部601から供給される当該フ

レームのクラスインデックスを参照して、例えば、

```
WD (nsub=0, . . . , 3) {0, 0, 0, 0, 0}
                                for CLASS0
WD (nsub=0, . . . , 3) {128, 4, 64, 4, 4}
                                for CLASS1
WD (nsub=0, . . . , 3) {128, 4, 16, 4, 4}
                                for CLASS2
WD (nsub=0, . . . , 3) {128, 8, 8, 8, 8}
                                for CLASS3
```

なるテーブルで決まる $\{WD(nsub)\}$ と、前記基本周期予備選択部640

【0130】

で決まった $\{t_{nsub}^{imax} \in \ell_{imax}\}$ とを用い、

$$|t_0^o - t_0^{imax}| < WD(nsub) \quad (74)$$

【0131】

なる関係が満足される $\{t_{nsub}^o\}$ を構成する。このようにして構成されたラグの組 $\{t_{nsub}^o\}$ は距離計算部361は送られる。距離計算部361は、候補ラグ構成部662から供給される各ラグ $\{t_{nsub}^o\}$ に対し、

【0132】

$$D(o) = \sum_n (s_w(n) - g_o s(n))^2, \quad o = 0, 1, \dots, 2WD(nsub) - 1 \quad (75)$$

【0133】を計算する。その他の処理はこれまでの実施例で述べたものと同じである。

部の実施例である。基本周期予備選択部740の候補基本周期抽出部744では、まず、基本周波パス候補構成部

【0134】図8は第7の発明における基本周期予備選

43から供給されるトラッキングされたラグの組 $\{\ell_i = \{t_0^i, t_1^i, \dots, t_{N-1}^i\}\}$ の

それぞれに対して次式の累積予測ゲイン

【0135】

$$PG(i) = \prod_{nsub} P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i), \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (76)$$

【0136】を計算し、次にその最大値  $PG_{max}$  から  
予め定められた範囲にあるラグの組

【0137】

$$\{\ell_i^t\}$$

$$\{\ell_i^t\} = \{\ell_i | PG_{max} \times T_{th} \leq PG_i\} \quad (77)$$

【0138】

を定める。そして、 $\{\ell_i^t\}$ の中から、最も小さいラグを与えるものを選択し、それ

を基本周期本選択部60へ出力する。尚、上式で  $T_{th}$  は任意の閾値で例えば0.9などと取れる。

【0139】図9は第8における基本周期予備選択部の実施例を示す。本実施例では、入力端子10から供給される入力信号  $\{s(n)\}$  は2フレームバッファ820へ蓄えられる。2フレームバッファ820から当該フレームの入力音声信号はLPC分析部30へ、当該フレー

ムと次フレームの2フレーム分の入力音声信号は基本周期予備選択部840の重み付け部841へ供給される。重み付け部841では、2フレームバッファ820から供給される  $(1+1/N)$  フレーム分の入力音声信号をLPC補間部32から供給される線形予測係数  $\{\alpha_{nsub}(i)\}$  を用いて次のように変換する。

【0140】

$$s_w(n - nsub \times L) = \sum_i \alpha_{nsub}(i) v(i) s(n - i - nsub \times L) - \alpha_{nsub}(i) u(i) s_w(n - i - nsub \times yL) \quad (78)$$

$$nsub = 0, 1, \dots, N$$

【0141】上式、 $nsub = N-1$ と $nsub = N$ の線形予測係数は同一として計算する。予測ゲイン計算部842では、重み付け部841から供給される  $\{s$

$w(n)\}$  から、 $(N+1)$  サブフレーム分の予測ゲイン

【0142】

$$P_{nsub}^{gn}(t) = \frac{S_{nsub}^{pw}}{S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{gf}(t))^2} \quad (79)$$

【0143】を前記作用で説明した第3式或は第4式に基づいて計算する。基本周期バス候補構成部843で

は、まず、 $nsub = \{0, \dots, N\}$  の各サブフレームに対

して、当該サブフレームの最大値予測ゲイン  $P_{nsub}^{gn}$  から予め定められた範囲内にある予測ゲインを与えるラグの集合  $\{t_{nsub}^c(k)\}$  を求める。次に、候補基

本周期メモリ845から供給される、候補基本周期抽出

部で定まった前フレーム

の候補基本周期ラグの組  $1_{max}$  の第Nサブフレームのラグ  $t_{N-1}^{imax}$  と、先に定めた各サブフレームの  $\{t_{nsub}^c(k)\}$  の要素から、隣接するサブフレーム間での差がW。

以内に入るラグの組  $\{\ell_i = \{t_{-1}^i, t_0^i, t_1^i, \dots, t_N^i\}\}$  を構成する。ここで、必ず、 $t_{-1}^i$  は前フレームでトラッキングされた  $1_{max}$  の第N-1サブフレームのラグ  $t_{N-1}^{imax}$  である。このようにして求めた  $\{1_i\}$  は候補基本周期抽出部844へ

出力される。候補基本周期抽出部844は、基本周期バス候補構成部より供給される  $\{1_i\}$  の内から、次式の累積予測ゲインを最大化させるラグの組  $1_{imax}$  を選

択し、それを基本周期本選択部60へ、第N-1サブフレームに対応するラグ

の要素  $t_{N-1}^{imax}$  を候補基本周期メモリ845とへ出力する。

【0144】

$$PG(i) = \prod_{nsub=0}^N P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i), \quad t_{nsub}^i \in \ell_i \quad (80)$$

【0145】

尚上式で、前記作用の第22式にある  $P_{-1}^{gn}(t_{-1}^i)$  の項は、全ての  $i$  に対して共通

なので削除してある。

【0146】図10は第9の発明における基本周期予備選択部の実施例の一つである。基本周期予備選択部940の基本周期抽出部944では、基本周期バス候補構成部43から入力される  $\{l_i\}$  の内から累積予測ゲイン

を計算して所望のラグの組みを選択する際、閾値メモリ945から予測ゲインの閾値  $gn_{th}$  を入力し、その閾値を越える予測ゲインに対してのみ累積値を計算するようになっている。即ち、

【0147】

$$PG(i) = \prod_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i) \quad (81)$$

if  $P_{nsub}^{gn}(t_{nsub}^i) \geq gn_{th}$  and  $t_{nsub}^i \in \ell_i$

【0148】基本周期本選択部60へ出力されるラグの組み  $l_{imax}$  は上式を最大化するものである。

【0149】図11は第9発明の基本周期予備選択部の他の実施例を示すブロック図である。本実施例の整数ラ

グ予測ゲイン計算部1042では、これまで述べた予測ゲイン

【0150】

$$P_{nsub}^{gn}(t) = \frac{S_{nsub}^{pw}}{S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{af}(t))^2} \quad (82)$$

【0151】の計算において、ラグ  $t$  を整数値に限定している。基本周期バス候補構成部1043では、整数予測ゲイン計算部1042で計算された整数ラグの予測ゲ

インをもとに、例えば、まず最大予測ゲインを与える周期  $t_{maxnsub}$  とその最大値

$P_{maxnsub}^{gn}$  を求め、次に予測ゲインが  $P_{maxnsub}^{gn}$  の予め定められた値  $T_h$  以内に入るラグの集合  $\{t_{nsub}^c(k)\}$  を求める。このようにして求めた、各サブフレームの  $\{t_{nsub}^c(k)\}$  の要素に対して、隣接するサブフレーム間での差が  $W$ 。

以内に入るラグの組  $\{t_0^i, t_1^i, \dots, t_{N-1}^i\} = \ell_i$  を定める。即ち、もし  $t_{nsubmax}^c(k)$  and  $t_{nsub-m+1}^i \in \ell_i$  であれば、

【0152】

$$\begin{cases} t_{nsubmax}^c(k) - t_{nsubmax-1}^i < W_0, & t_{nsubmax+1}^i - t_{nsubmax}^c(k) < W_0 \\ t_{nsub-m}^i - t_{nsub-m-1}^i < W_0, & t_{nsub-m+1}^i - t_{nsub-m}^i < W_0, \quad m = 1, 2, \dots \end{cases} \quad (83)$$

【0153】なる関係を満足するようなラグの組を求める。このようにして求めた  $\{l_i\}$  は小数ラグ予測ゲイン計算部1045と候補基本周期抽出部1044とへ出力される。小数ラグ予測ゲイン計算部では、基本周期バス候補構成部1043から供給されるラグの組

$\{l_i\}$  の予め定められた近傍の小数ラグの予測ゲインを計算する。小数ラグ  $t_{frac}$  に対応する予測ゲインは、例えば  $t_{frac} = t_i + t_f/D$  ( $D$  は整数値) のときは、次のように計算できる。

【0154】

$$P_{nsub}^{pw}(t_{fres}) = \frac{S_{nsub}^{pw}}{S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{pw}(t_{fres}))^2} \quad (84)$$

$$P_{nsub}^{pw}(t_{fres}) = \frac{Crs_{nsub}(t_{fres})}{\sqrt{Crr_{nsub}(t_{fres})}} \quad (85)$$

$$Crs_{nsub}(t_{fres}) = \sum_k h(k \times D + t_f) \sum_n s(n - nsub \times L) s(n - nsub \times L - t_f + k) \quad (86)$$

$$Crr_{nsub}(t_{fres}) = \sum_k h(k \times D + t_f) \sum_n s(n - nsub \times L) s(n - nsub \times L - t_f + i + k) \quad (87)$$

【0155】ここで $h()$ は文献4にあるポリフェイズフィルタのインパルス応答である。候補基本周期抽出部1044では、基本周期バス候補構成部から供給される

化させるラグの組 $\ell_{imax}^b$ を選択し、それを基本周期本選択部60へ出力する。

$\{1_i\}$ と、小数ラグ予測ゲイン計算部1045から供給される $\{1_i\}$ の近傍の小数ラグ予測ゲインとをもち、 $\{1_i\}$ の近傍から次式の累積予測ゲインを最大

【0156】

$$PG(i) = \prod_{nsub=0}^{N-1} P_{nsub}^{pw}(t_{nsub}^{b_i}), \quad t_{nsub}^{b_i} \in \ell_i^b \quad (88)$$

$$or$$

$$= \frac{\sum_{nsub} S_{nsub}^{pw}}{\sum_{nsub} (S_{nsub}^{pw} - (P_{nsub}^{pw}(t_{nsub}^{b_i}))^2)}, \quad t_{nsub}^{b_i} \in \ell_i^b \quad (89)$$

このとき、

$$\begin{aligned} & \text{if } t_{nsub}^{b_i} \in \ell_i^b \text{ and } t_{nsub}^{i_i} \in \ell_i, \\ & \text{then } |t_{nsub}^{b_i} - t_{nsub}^{i_i}|. \end{aligned}$$

【0157】ここで $W^b$ はあらかじめ定められた定数である。

【0158】尚、これまでの実施例においては、全サブフレームを差分符号化する構成を説明したが、サブフレームを幾つかの紐に分割し、その紐ごとに差分符号化する構成を取ることもできる。この構成は、フレーム内の入力音声信号の基本周期が大きく変動している場合に効果を出す。

【0159】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、基本周期を差分符号化する構成において、基本周期予備選択部でフレーム全体に渡る歪みを評価した最適トラッキングを行ない、基本周期本選択部では前記基本周期予備選択部から供給される候補基本周期の近傍から基本周期を求め差分符号化を行なうことにより、フレーム全体で最適な基本周期を低ビットレートで符号化できる基本周期符号化装置を提供できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を含む音声符号化装置のブロック図である。

【図2】第1の発明における基本周期予備選択部のブロック図である。

【図3】第2の発明における基本周期予備選択部のブロック図である。

【図4】第3の発明における基本周期本選択部のブロッ

ク図である。

【図5】第4の発明における基本周期予備選択部と基本周期本選択部のブロック図である。

【図6】第5の発明における基本周期予備選択部と基本周期本選択部のブロック図である。

【図7】第6の発明における基本周期予備選択部と基本周期本選択部のブロック図である。

【図8】第7の発明における基本周期予備選択部のブロック図である。

【図9】第8の発明における基本周期予備選択部のブロック図である。

【図10】第9の発明における基本周期予備選択部のブロック図である。

【図11】第9の発明における基本周期予備選択部のブロック図である。

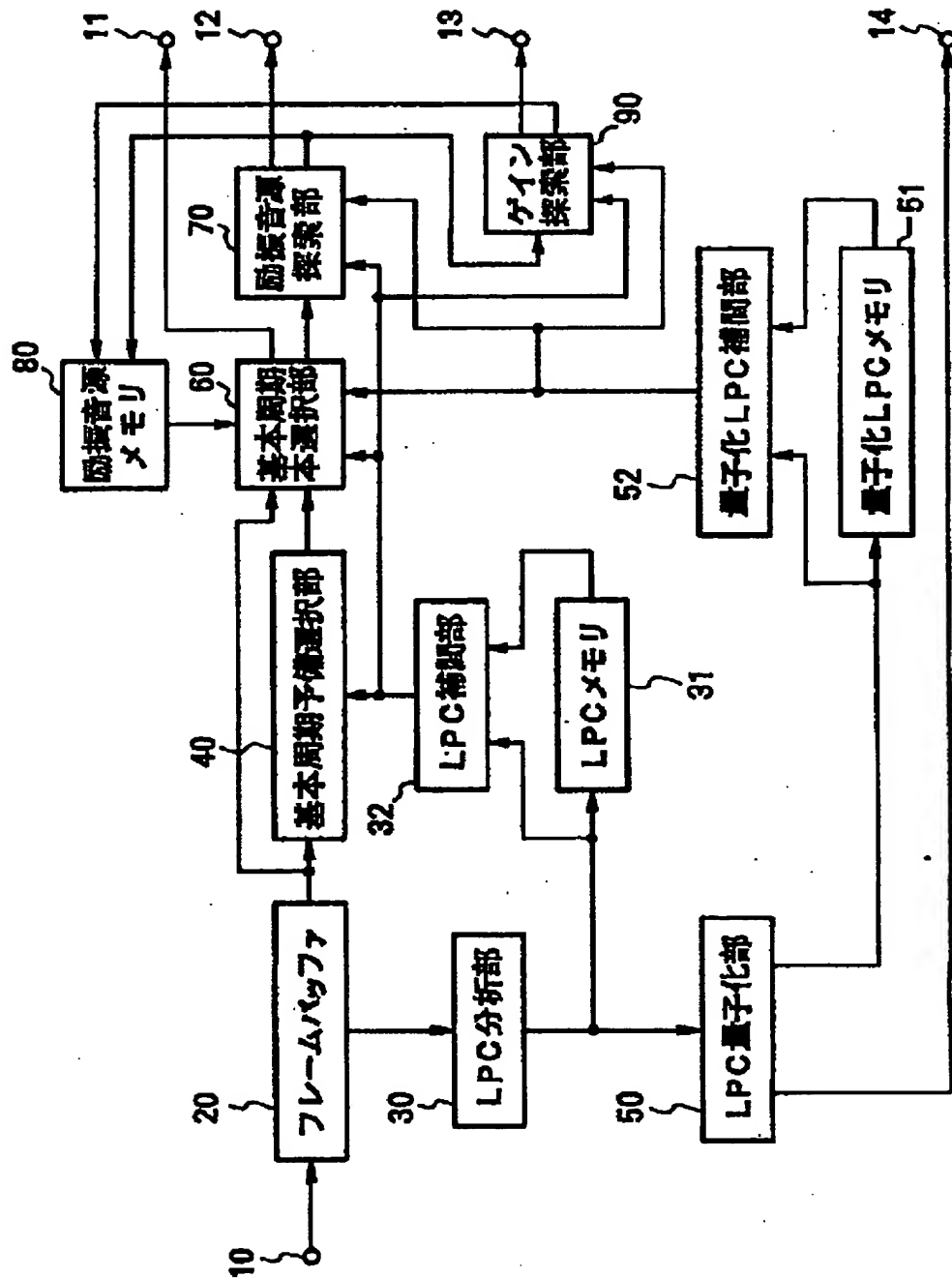
【符号の説明】

- 10 入力端子
- 11 基本周期出力端子
- 12 音源コードブックインデックス出力端子
- 13 ゲインコードブックインデックス出力端子
- 14 量子化LPCインデックス出力端子
- 20 フレームバッファ
- 30 LPC分析部
- 31 LPCメモリ
- 32 LPC補間部

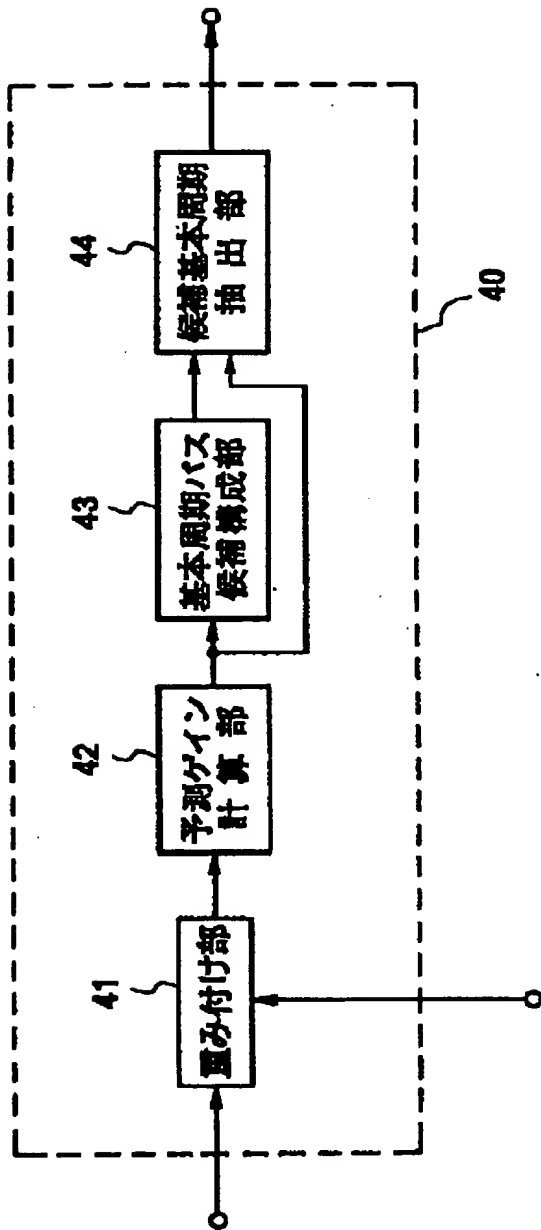
- 2 4 2 最大予測ゲイン抽出部
- 3 6 1 距離計算部
- 3 6 2、4 6 2、5 6 2、6 6 2 候補ラグ構成部
- 3 6 3 基本周期ラグ選択部
- 3 6 4 励振音源構成部
- 3 6 5 基本周期ラグメモリ
- 5 0 1 候補範囲テーブル
- 6 0 1 フレームモード識別部
- 6 0 1 クラスインデックス出力端子
- 8 2 0 2フレームバッファ
- 8 4 5 候補基本周期メモリ
- 9 4 5 閾値メモリ
- 1 0 4 2 整数ラグ予測ゲイン計算部
- 1 0 4 5 小数ラグ予測ゲイン計算部

Figure 1 is a block diagram of a delay processing circuit 60. The circuit includes a distance calculation unit 361, a candidate lag composition unit 362, a basic period lag memory 365, a basic period lag selection unit 363, and an excitation source composition unit 364. The distance calculation unit 361 receives input signals and outputs to the candidate lag composition unit 362 and the excitation source composition unit 364. The candidate lag composition unit 362 outputs to the basic period lag memory 365. The basic period lag memory 365 outputs to the basic period lag selection unit 363. The basic period lag selection unit 363 outputs to the excitation source composition unit 364. The excitation source composition unit 364 outputs to the right. A dashed line labeled 60 encloses the main processing blocks.

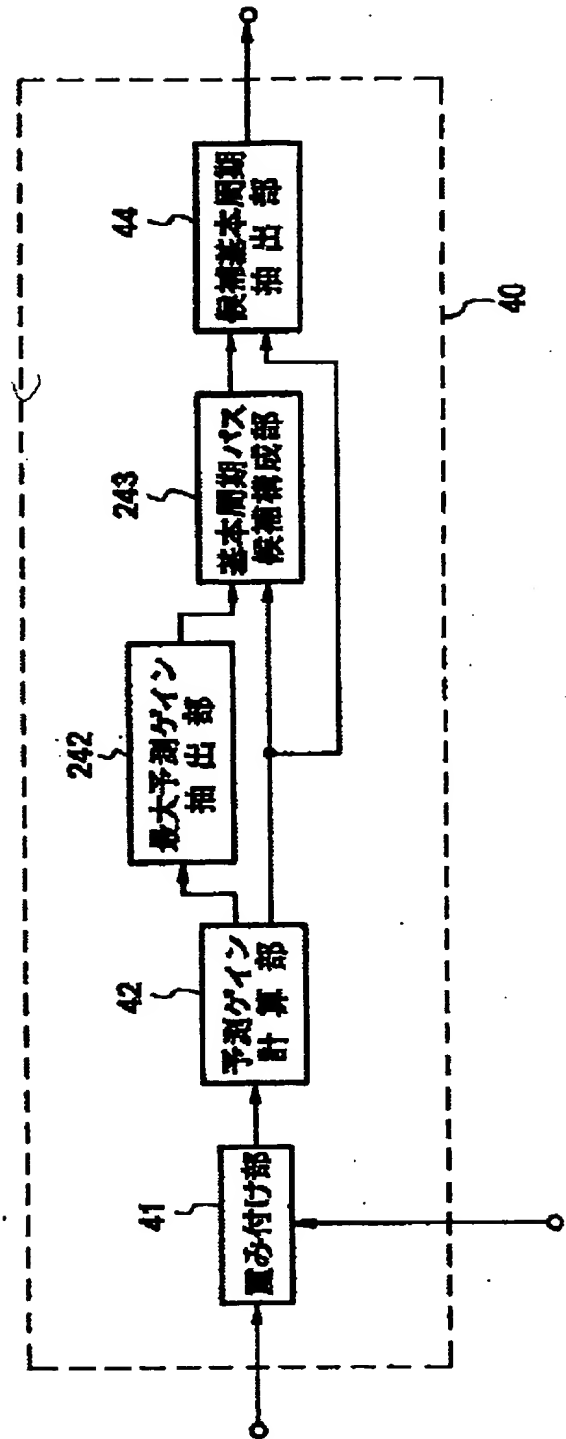
【図1】



【図2】

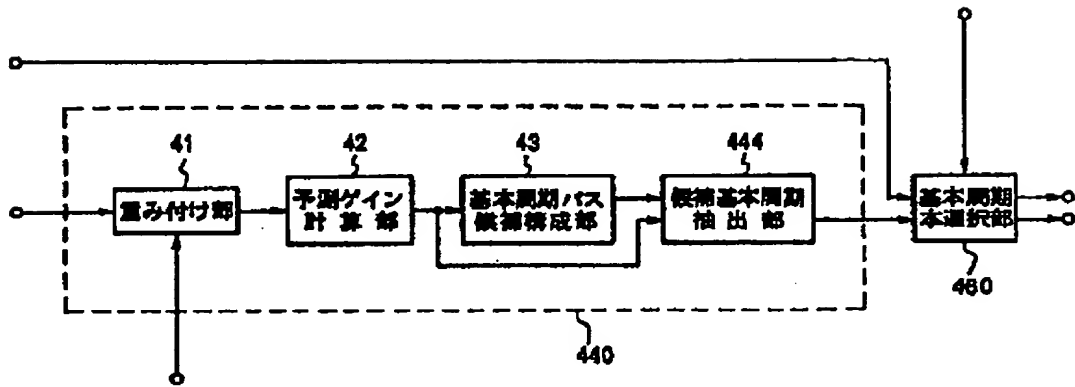


【図3】

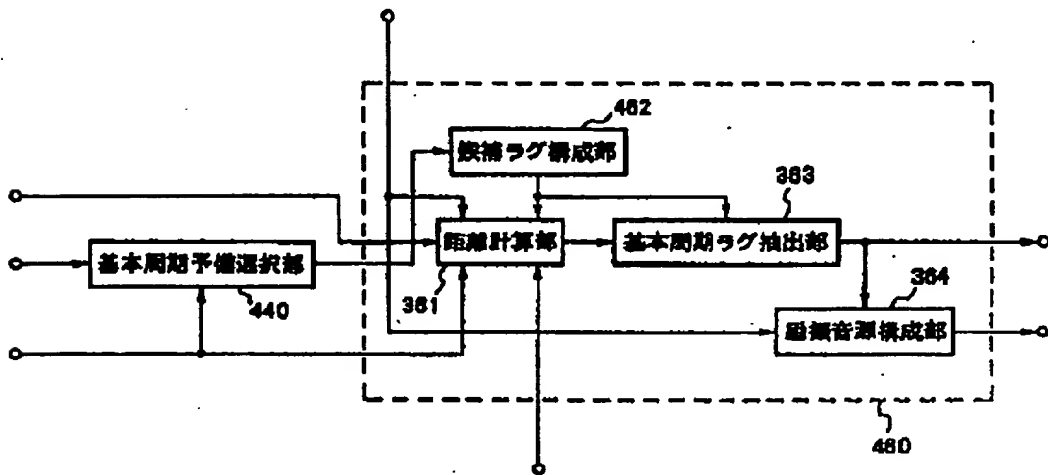


【図5】

(a)

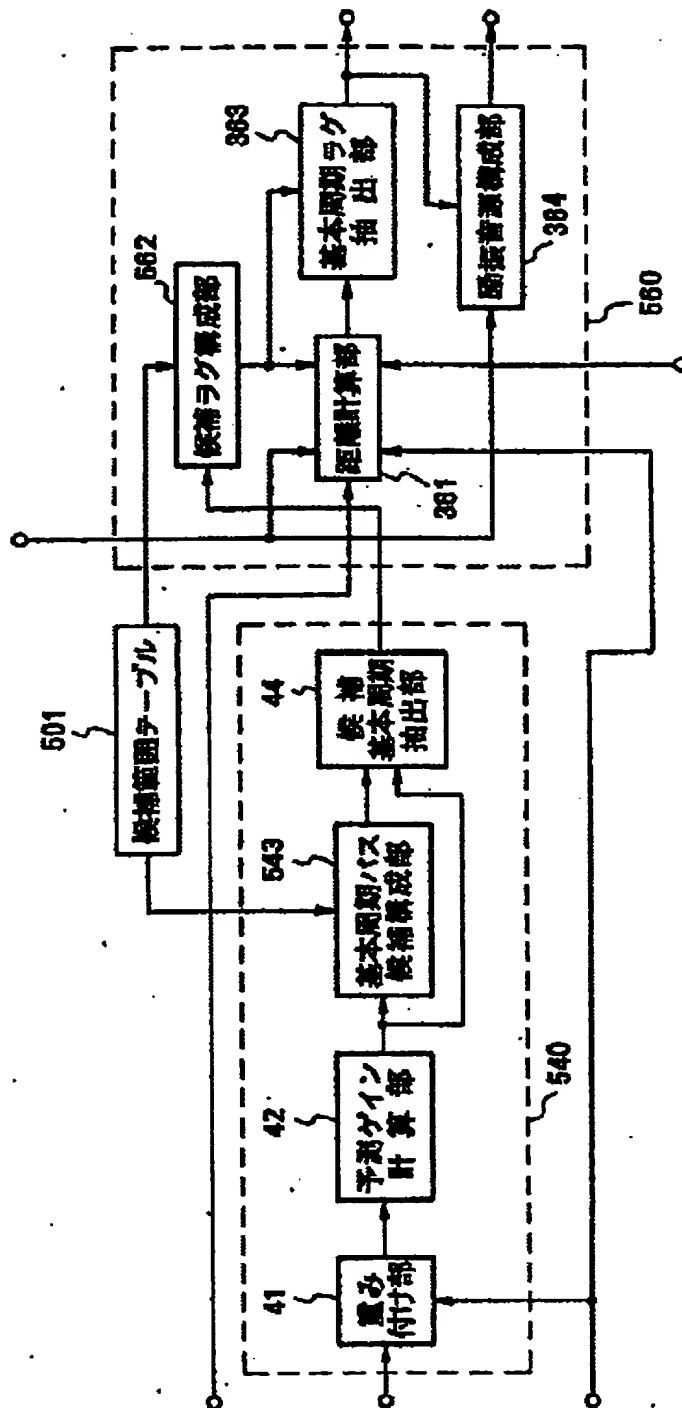


(b)

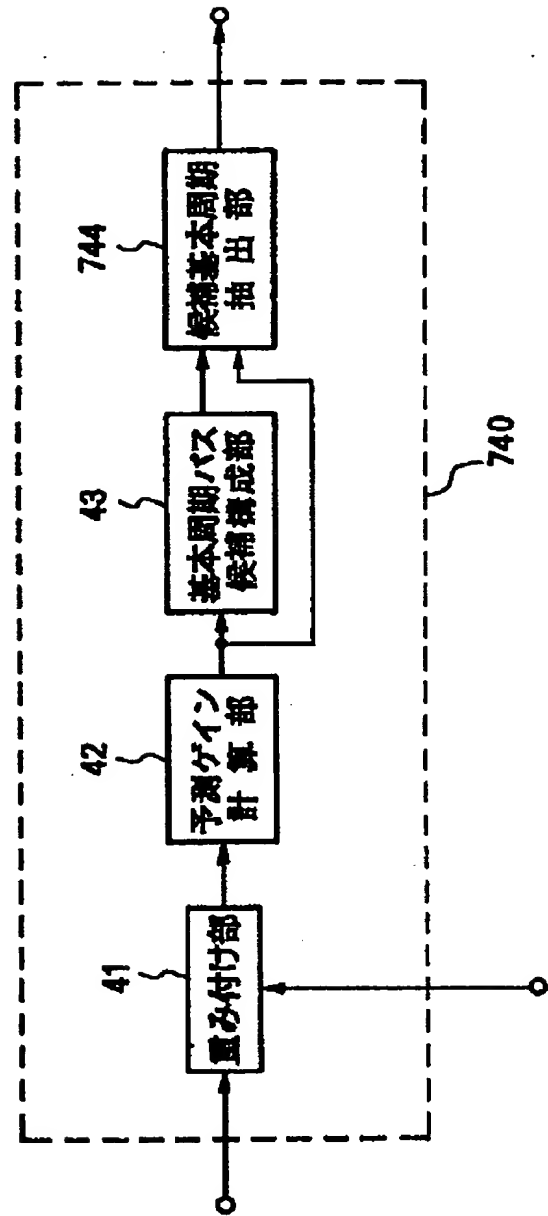




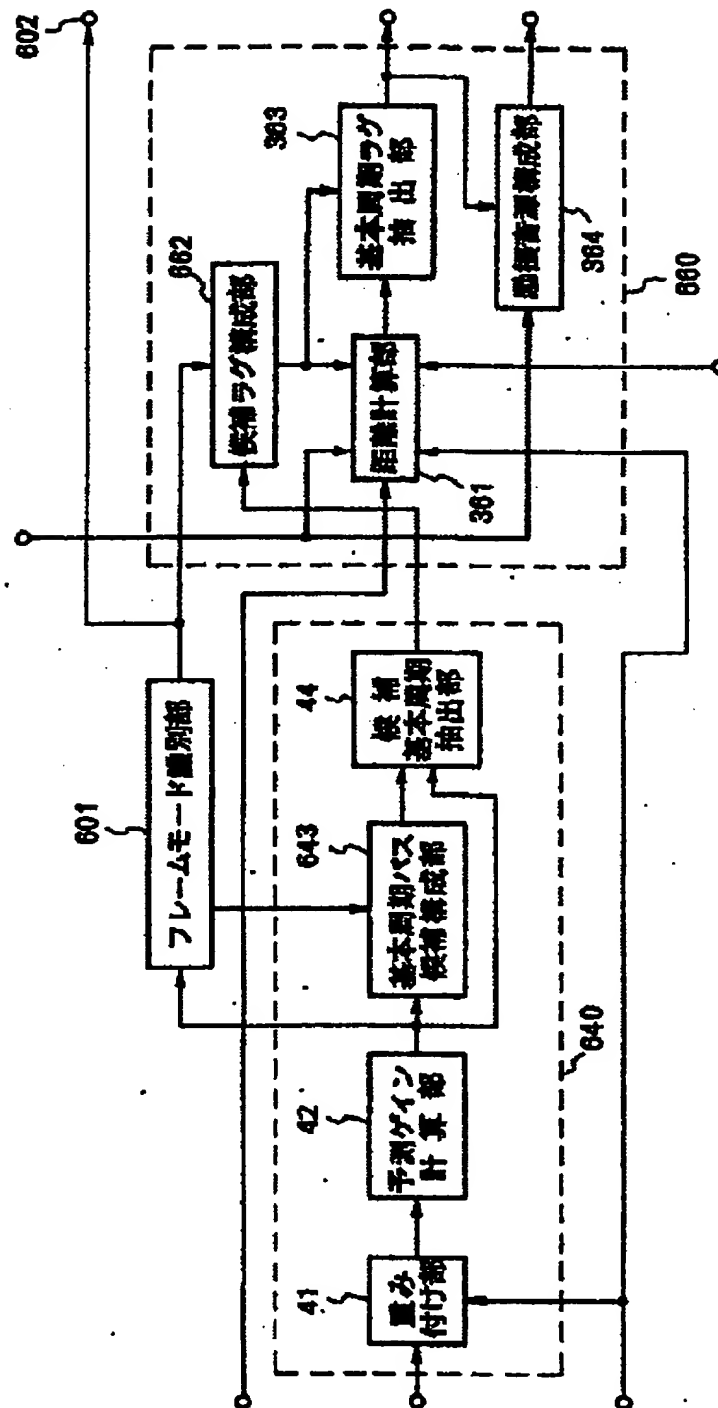
【図6】



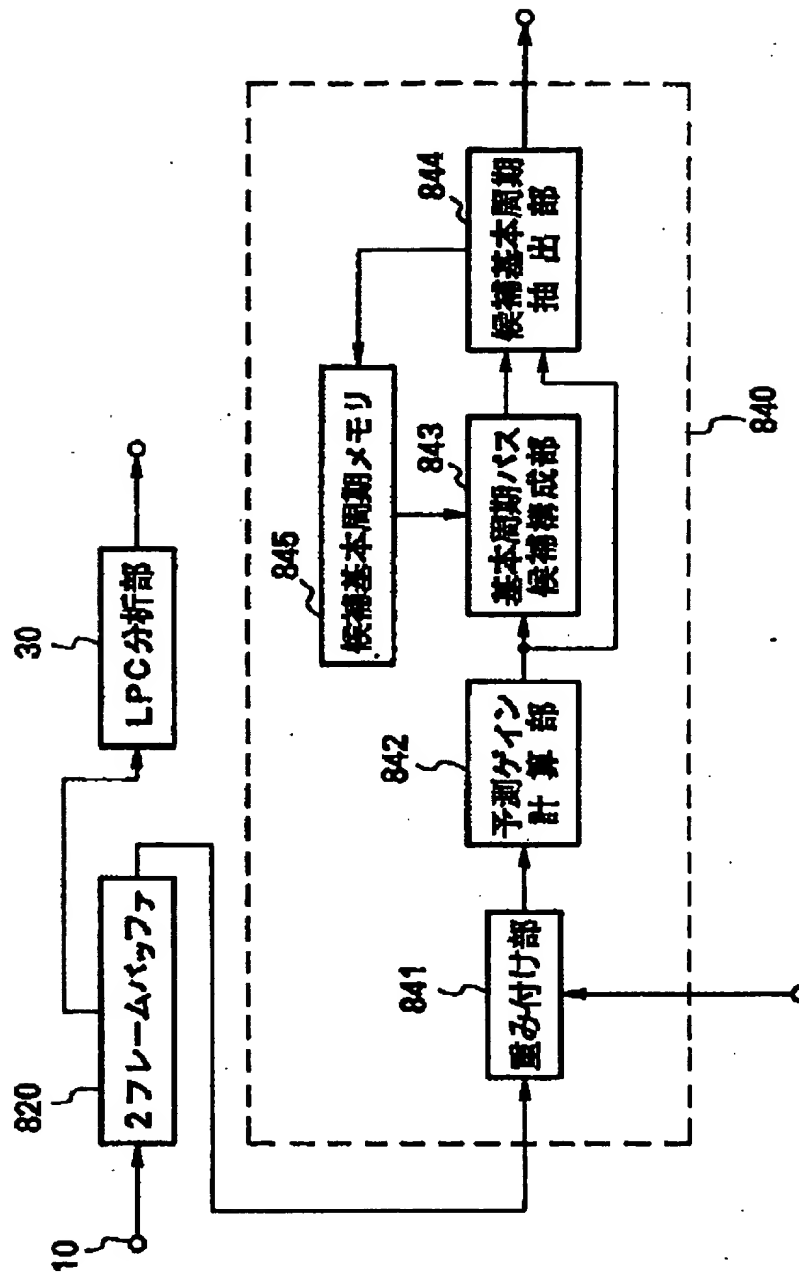
【図8】



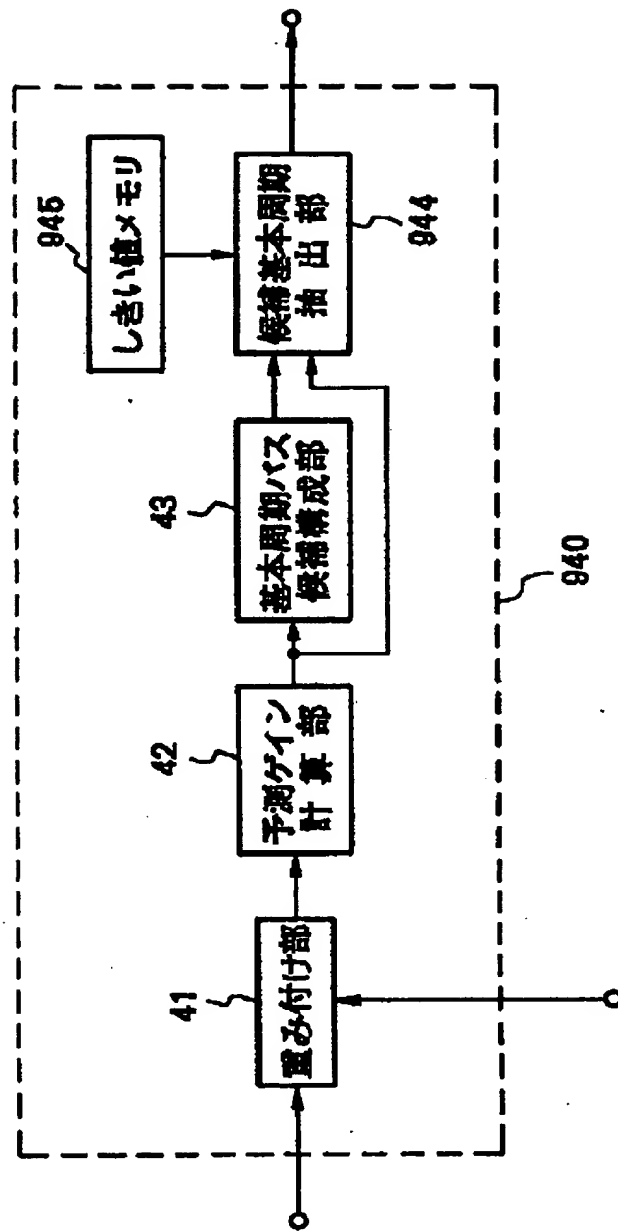
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

